

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN LIMBAH KARET *PHYLON* SEBAGAI
BAHAN ALTERNATIF DALAM PRODUKSI *OUTSOLE*
SANDAL GUNUNG**



Disusun Oleh :

FITRAH AKBAR ROSZIQIN

NIM. 2003107

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
BADAN PENGEMBANGAN SUMBERDAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMANFAATAN LIMBAH KARET *PHYLON* SEBAGAI BAHAN
ALTERNATIF DALAM PRODUKSI *OUTSOLE* SANDAL GUNUNG**

Disusun Oleh:

FITRAH AKBAR ROSZIQIN
NIM. 2003107

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik

Pembimbing



Wisnu Pambudi, M.Sc.
NIP. 19870127 201801 1 001

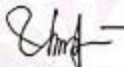
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Tugas Akhir dan dinyatakan memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk mendapatkan Derajat Ahli Madya Diploma III (D3)

Politeknik ATK Yogyakarta

Tanggal: *30... Agustus 2023*

TIM PENGUJI

Ketua,



Uma Fadzilta Arifin, M.T.
NIP. 19931216 201901 2 002

Anggota,



Ir. Iswahyuni, MSCE.
NIP. 19580912 198703 2 001



Wisnu Pambudi, M. Sc.
NIP. 19870127 201801 1 001

Mengetahui,

7... September 2023
Direktur Politeknik ATK Yogyakarta



Drs. Sugiyanto, S. Sn., M. Sn.
NIP. 19660101 199403 1 008

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan program DIII Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik di Politeknik ATK Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, dengan hormat penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Sugiyanto, S. Sn., M. Sn., selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta
2. Dr. Ir. R. L. M. Satrio Ari Wibowo, S. Pt., M. P., IPU, ASEAN ENG, selaku Pembantu Direktur I Politeknik ATK Yogyakarta
3. Suharyanto, S. T., M. T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik
4. Wisnu Pambudi, M.Sc., selaku dosen pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir
5. Dosen, Asisten Dosen, dan Staf Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik Politeknik ATK Yogyakarta
6. Pemimpin dan seluruh karyawan CV. XYZ
7. Pihak-pihak lain yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh Penulis. Semoga hasil dari kajian Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak.

Yogyakarta, Agustus 2023

Penulis

MOTTO

“Hidup bukan tentang seberapa banyak yang bisa kita dapatkan, tapi tentang
seberapa besar yang bisa kita nikmati.”

(KH. Anwar Zahid)



PERSEMBAHAN

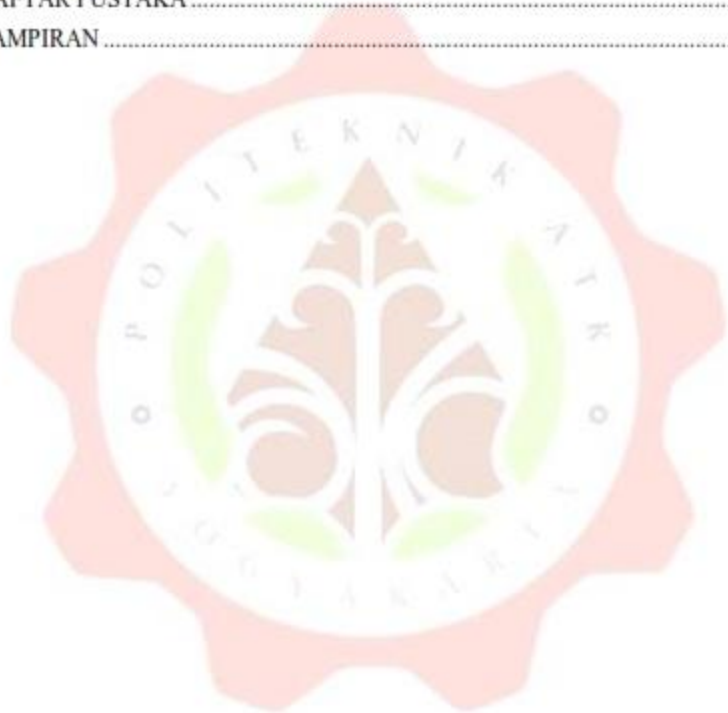
Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan kesempatan kepada saya sehingga menyelesaikan Tugas Akhir sebagai tanda kerja selama tiga tahun menimba ilmu. Saya persembahkan tugas akhir ini kepada:

1. Orang Tua yang telah memberikan dukungan berupa motivasi dan doa selama berlangsungnya penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ghony dan Zakaria beserta *staff* di CV. XYZ yang telah menyetujui pelaksanaan magang, serta Pak Idrus dan Pak Mukhlis selaku pembimbing lapangan sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Orang spesial yang sudah mau bersabar dan menemani saya selama membuat Tugas Akhir ini, serta sahabat saya yang sudah support saya sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.
4. Teman-teman magang dan teman-teman satu bimbingan yang telah memberikan dukungan dalam penulisan Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
INTISARI	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Tugas Akhir	3
D. Ruang Lingkup	4
E. Manfaat Tugas Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Karet	5
B. Sandal Gunung	6
C. Limbah Karet	6
D. Limbah <i>Phylon</i>	7
E. Komponding	8
F. Vulkanisasi	8
G. Pengujian	9
BAB III MATERI DAN METODE	12
A. Lokasi dan Jadwal	12
B. Materi Pelaksanaan Tugas Akhir	12
C. Diagram Alir Produksi	17
D. Metode Penyelesaian Tugas Akhir	20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Pengaruh Formulasi Penambahan Limbah <i>Phylon</i> terhadap Kemampuan Proses Kompon dan Sifat Mekanik <i>Outsole</i> Sandal Gunung	23
B. Formulasi yang Direkomendasikan	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
A. Kesimpulan	32
B. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat <i>Outsole</i> Sandal Gunung CV. XYZ.....	12
Tabel 2. Bahan <i>Outsole</i> Sandal Gunung CV. XYZ	14
Tabel 3. Formulasi <i>Outsole</i> Sandal Gunung.....	16
Tabel 4. Uji Rheo Kompon 1,2,3.....	23
Tabel 5. Hasil Uji Mekanik	30



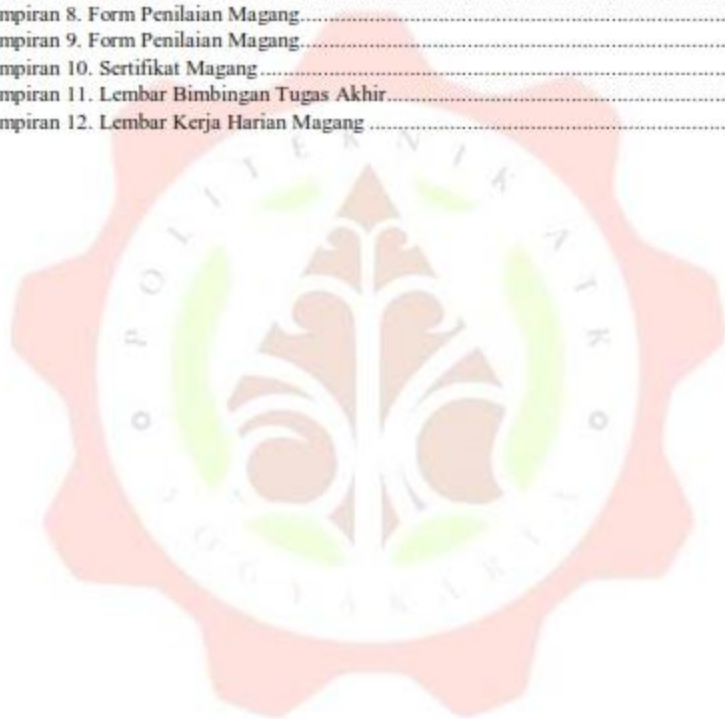
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Prosedur Kerja Pembuatan <i>Outsole</i> Sandal Gunung.....	17
Gambar 2. Diagram Alir Proses Penyelesaian.....	22
Gambar 3. Grafik Uji Kekerasan.....	25
Gambar 4. Uji Kuat Tarik.....	26
Gambar 5. Grafik Uji Perpanjangan Putus.....	28
Gambar 6. Grafik Uji Abrasi.....	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kekerasan <i>Outsole</i> Sandal Gunung	35
Lampiran 2. Hasil Uji Kuat Tarik Kompon 1	36
Lampiran 3. Hasil Uji Kuat Tarik Kompon 2	37
Lampiran 4. Hasil Uji Kuat Tarik Kompon 3	38
Lampiran 5. Hasil Rheologi Kompon 1	39
Lampiran 6. Hasil Rheologi Kompon 2	39
Lampiran 7. Hasil Rheologi Kompon 3	40
Lampiran 8. Form Penilaian Magang	41
Lampiran 9. Form Penilaian Magang	42
Lampiran 10. Sertifikat Magang	43
Lampiran 11. Lembar Bimbingan Tugas Akhir	44
Lampiran 12. Lembar Kerja Harian Magang	45



INTISARI

Limbah *phylon* dihasilkan dari limbah sandal dan sepatu yang berasal dari *phylon*. Limbah *phylon* yang sangat banyak pada lingkungan pabrik menyebabkan dimulainya penggunaan limbah tersebut menjadi bahan penggunaan *outsole* sandal gunung. Limbah *phylon* memiliki sifat yang ringan dan memiliki ketahanan yang baik. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini yaitu menghasilkan produk *outsole* sandal gunung dengan memanfaatkan limbah *phylon* sebagai bahan baku utama. *Outsole* sandal gunung dibuat menggunakan tiga formulasi yang berbeda dengan komposisi phr limbah *phylon* (24,21,27phr). *Outsole* sandal gunung yang diproduksi diuji dengan beberapa pengujian antara lain uji rheometer, kekerasan, kuat tarik, perpanjangan putus, dan ketahanan kikis. Hasil percobaan menunjukkan hasil pengujian yang optimal terletak pada formulasi kompon 3 dengan limbah *phylon* tertinggi yaitu 27 phr ketahanan abrasi tertinggi dengan 30,66%, nilai kekerasan 65,83 *shore A*, nilai kuat tarik (2,665 N/mm²), dan nilai perpanjangan putus 66,67%.

Kata Kunci: *outsole sandal gunung, limbah phylon, ketahanan kikis, kekerasan, kuat tarik*



ABSTRACT

Phylon waste are produced from sandal and shoe waste derived from phylon. The huge amount of phylon waste in the factory environment led to the start of using the waste as material for the use of mountain sandal outsole. Phylon waste has lightweight properties and has good durability. The purpose of the writing is to produce mountain sandal outsole products by utilizing phylon waste as the main raw material. Outsole mountain sandals are made using three different formulations with the composition of phylon waste phr (24,21,27phr). The produced mountain sandal outsole was tested with several tests including rheometer test, hardness, tensile strength, elongation at break, and scrape resistance. The experimental results show that the optimal test results lie in the formulation with the highest phylon waste, namely 27 phr, the highest abrasion resistance with 30.66%, hardness value of 65.83 shore A, tensile strength value (2.665 N/mm²), and elongation at break value of 66.67%.

Keywords: mountain sandal outsole, phylon waste, scrape resistance, hardness, tensile strength



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Persaingan bisnis yang semakin ketat dan canggih ini, karet menjadi salah satu komoditas yang menjanjikan karena bisa diolah menjadi produk-produk yang bermanfaat bagi kehidupan manusia diantaranya yaitu sebagai bahan baku pembuatan sandal gunung. CV. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang karet dan memproduksi beberapa produk karet. Produk CV. XYZ yaitu *outsole* sandal gunung, karpet sapi, *rubber sheet*, dan vulkanisir. Pabrik melakukan langkah untuk memenuhi semua kebutuhan konsumen dalam produk karet, CV. XYZ melakukan banyak variasi dalam produk mereka agar mencakup semua kalangan konsumen. Bahan baku utama *outsole* sandal gunung di CV XYZ yaitu karet alam dan karet limbah.

Sandal gunung kini juga menjadi *trend* di lingkungan masyarakat khususnya dalam kalangan anak muda. Hal ini dikarenakan munculnya *lifestyle* baru bagi sebagian besar kalangan anak muda sebagai seorang pendaki untuk menunjukkan jati dirinya mereka dengan mengikui *trend* zaman sekarang, yaitu mendaki gunung. Sandal gunung merupakan salah satu dari sekian banyak perlengkapan dalam pendakian gunung yang wajib dibawa maupun digunakan oleh seorang pendaki. Dilihat dari posisinya di dalam daftar perlengkapan pendakian, sandal gunung masih berada di bawah posisi sepatu gunung (Pratama, 2021).

Limbah *Phylon* adalah hasil produk yang sudah tidak terpakai, bisa karena sejak awal produk sudah cacat sehingga tidak lolos *quality control*, atau produk

hasil pakai yang sudah dibuang. Limbah produk tersebut kebanyakan sandal, atau bisa juga sepatu yang baru-baru ini sudah sering menerapkan penggunaan *phylon*, limbah ini awalnya sangatlah banyak di lingkungan sekitar dan sangat mengganggu dikarenakan harus dibakar untuk dimusnahkan sehingga pabrik berinisiatif mencoba untuk mengolah kembali limbah tersebut. Limbah *phylon* merupakan lembaran kompon yang diolah kembali dari limbah sandal/sepatu *Etilen Vinil Asetat* (EVA). Lembaran kompon ini diproduksi sendiri oleh perusahaan sehingga bisa digunakan secara skala besar. Penggunaan limbah *phylon* sebagai bahan alternatif ini dimulai ketika melihat di lingkungan sekitar banyak penumpukan limbah sandal/sepatu bekas. Awalnya perusahaan ikut andil dengan pendirian Badan Usaha Milik Desa (BUMDES), disinilah limbah tersebut diolah/digiling dan dijadikan sandal dengan bahan utama limbah. Dikarenakan adanya pandemic covid-19 sejak tahun 2020 di Indonesia, mengakibatkan terjadi kendala pengiriman bahan yang membuat stok bahan karet alam *brown crepe* menjadi terbatas sehingga perusahaan harus membuat formulasi alternatif produk agar proses produksi tetap berjalan. Oleh karena itu mulai dicoba apakah bisa limbah *phylon* tersebut digunakan sebagai opsi salah satu alternatif bahan baku pembuatan *outsole* sandal gunung dikarenakan harganya yang murah tidak seperti karet *brown crepe* sehingga mempengaruhi harga produk dengan kualitas yang masih sesuai standar perusahaan dan permintaan konsumen.

Percobaan Tugas Akhir ini dilaksanakan dengan tujuan agar memperoleh hasil perbandingan antara limbah *phylon* dan karet alam yaitu *brown crepe* untuk mendapatkan hasil produk *outsole* sandal gunung yang baik. *Brown crepe* adalah

karet alam yang tahan lama, memiliki warna cerah dan cenderung menyerap minyak dan gampang lengket saat proses mastikasi (Zuhra, 2006) sedangkan limbah *phylon* adalah limbah yang diolah kembali dengan cara digiling sesuai warnanya yang menghasilkan lembaran kompon. Tujuan percobaan ini yaitu untuk menganalisis pengaruh perbandingan pemanfaatan limbah *phylon* sebagai bahan baku alternatif terhadap produksi *outsole* sandal gunung, dan juga percobaan ini memberikan perumpamaan dalam pemilihan bahan baku karet limbah yaitu limbah *phylon* dan mengurangi penggunaan karet alam yaitu *brown crepe* yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan kompon karet *outsole* sandal gunung.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi penambahan limbah *phylon* terhadap kemampuan proses kompon, *hardness*, kuat tarik, perpanjangan putus dan ketahanan abrasi pada *outsole* sandal gunung?
2. Bagaimana formulasi *outsole* sandal gunung yang tepat untuk mendapatkan hasil produk yang baik?

C. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan penyelesaian masalah pada Tugas Akhir berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan diantaranya sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan limbah *phylon* terhadap kemampuan proses kompon, *hardness*, kuat tarik dan ketahanan abrasi pada *outsole* sandal gunung.

2. Menentukan formulasi *outsole* sandal gunung yang tepat untuk mendapatkan hasil produk yang baik.

D. Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah pada penulisan Tugas Akhir ini adalah penggunaan limbah *phylon* sebagai bahan alternatif produk *outsole* sandal gunung dengan perbandingan karet *brown crepe* yang menggunakan 3 sampel pada CV. XYZ dan dilakukan pembuatan serta pengujian kompon di Politeknik ATK Yogyakarta.

E. Manfaat Tugas Akhir

Pemecahan masalah dalam Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

Tugas akhir ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk membuat produk *outsole* sandal gunung.

2. Bagi Akademik dan Pembaca

Dapat memberikan informasi kepada masyarakat umum dan menjadi bahan referensi bagi civitas akademika Politeknik Atk Yogyakarta tentang pemanfaatan limbah terutama limbah *phylon* untuk pembuatan produk barang jadi karet.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karet

Karet merupakan suatu komoditas yang sangat penting dan memiliki penerapan luas dalam berbagai industri. Terdapat dua jenis karet yang umum digunakan, yaitu karet alam yang berasal dari getah pohon karet (*Hevea brasiliensis*) dan karet sintesis yang diproduksi secara kimia. Karet alam memiliki karakteristik elastisitas yang superior, tahan terhadap suhu ekstrem, bahan kimia, serta memiliki daya tahan yang baik terhadap keausan. Sifat biodegradabilitas karet alam juga memberikan keuntungan dari segi lingkungan (Johnson, 2018).

Bahan utama yang digunakan pada pembuatan komponen karet outsole sandal gunung adalah komponen mati, limbah *phylon*, karet reklim, karet *brown crepe*. Komponen mati berasal dari komponen ban yang sudah mati yang memiliki sifat keras dan sulit tercampur dengan bahan lain. Limbah *phylon* berasal dari limbah *Etilen Vinil Asetat* (EVA) yang berbentuk lembaran tipis yang memiliki sifat tahan air, ringan, dan tahan terhadap tekanan.

Karet *brown crepe* adalah jenis karet *crepe* yang berwarna coklat. Karet jenis ini dihasilkan di perkebunan-perkebunan besar yang dibuat dari bahan yang kurang baik seperti yang digunakan untuk pembuatan *off crepe* selain itu juga dari sisa lateks, lump atau koagulum dari prakoagulasi, dan *scrap* atau lateks kebun yang sudah kering di atas bidang penyiapan. Karet reklim atau *reclaimed rubber* merupakan karet hasil pengolahan *scrap* yang sudah divulkanisir. Karet ini dibuat dari barang-barang karet bekas, terutama ban mobil (Sofiani et al., 2018).

B. Sandal Gunung

Komponen utama pada sandal gunung adalah bagian sol yang memiliki peran penting dalam memberikan daya cengkeram dan perlindungan saat digunakan di permukaan yang kasar dan berbatu. Karet vulkanisir, karet termoplastik, dan poliuretan merupakan bahan-bahan umum yang digunakan untuk sol sandal gunung (Lee, 2017).

Sandal gunung merupakan salah satu jenis sandal yang dimana produk tersebut berupa alas kaki yang terbuka pada bagian jari kaki atau tumit pemakainya. Bagian alas (*sole*) dihubungkan dengan tali atau sabuk yang berfungsi sebagai penjepit (penahan) di bagian jari, punggung kaki, atau pergelangan kaki agar sandal tidak terlepas dari kaki pengguna (Fernando & Rochyat, 2011).

Sandal gunung kini di kalangan anak muda sangat digemari untuk digunakan dalam melakukan kegiatan sehari-hari meskipun tidak dalam melakukan kegiatan pendakian sandal gunung masih cocok untuk dipakai seperti halnya pergi jalan-jalan ke pantai, ditengah kota bahkan memasuki sebuah pusat perbelanjaan. Oleh karena itu Sandal gunung menjadi sebuah alas kaki yang hampir bisa digunakan ketika akan beranjak keluar rumah (Pratama, 2021).

C. Limbah Karet

Limbah karet merupakan isu signifikan yang perlu diperhatikan dalam upaya mengurangi limbah bagi lingkungan. Limbah karet meliputi berbagai jenis seperti ban bekas, limbah produksi industri, dan barang konsumen yang terbuat dari karet. Limbah karet dapat mencemari lingkungan dan menjadi sumber masalah jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu solusi yang sedang dikembangkan adalah daur ulang karet, yang dapat mengurangi jumlah limbah dan menghasilkan produk

baru seperti karet daur ulang atau material alternatif. Menyadari pentingnya penanganan limbah karet, upaya percobaan dan inovasi terus dilakukan untuk mencari solusi yang lebih efektif dalam mengatasi masalah limbah karet. (Wang, 2020).

D. Limbah *Phylon*

Karet *phylon* adalah salah satu jenis bahan yang digunakan dalam pembuatan alas atau *midsole* pada sepatu olahraga dan ataupun sandal. *Phylon* adalah bahan busa yang ringan, fleksibel, dan memberikan penyerapan tekanan yang baik. *Phylon* terbuat dari polietilen atau poliuretan yang diperluas, yang menghasilkan bahan yang lebih ringan daripada karet atau EVA (*ethylene vinyl acetate*). EVA adalah kopolimer ethylene dan vinyl acetate yang memiliki sifat fleksibel, mudah diproses, tahan terhadap suhu rendah, tahan terhadap keretakan akibat tekanan atau sobekan, anti air, anti lengket, tahan radiasi ultra-violet, dan tidak mempunyai bau (Adani, 2016). Keunggulan *phylon* adalah ringan, tahan lama, dan memiliki kemampuan untuk kembali ke bentuk aslinya setelah ditekan atau terkena tekanan.

Cara pengolahan limbah *phylon* yaitu pertama limbah dibedakan menurut warnanya, setelah itu limbah digiling menjadi bongkahan kecil-kecil sebelum masuk ke mesin penggilingan besar menjadi lembaran kompon, lembaran kompon didinginkan sebelum bisa digunakan sebagai bahan utama. Limbah *phylon* menjadi opsi pabrik apabila bahan utama yang biasa digunakan sedang kosong, dikarenakan hasil produk sandal gunung yang berhasil tercetak menggunakan limbah ini tidak kalah kualitasnya dan bisa membantu mengurangi limbah skala besar.

E. Komponding

Proses komponding merupakan proses pencampuran bahan karet dan bahan aditif agar membentuk menjadi lembaran kompon karet sebelum menjadi vulkanisat. Komponding bisa dilakukan pada *internal mixer / kneader* ataupun menggunakan *open roll mill*. Pada tahap ini terdapat factor penting antara lain control temperature, prosedur pencampuran, waktu, dan kemampuan pencampuran (Limper,2012).

Proses komponding dibagi menjadi dua yaitu pencampuran pertama (*masterbatch 1*), dan pencampuran tahap dua (*masterbatch 2*). Pencampuran pertama adalah pencampuran bahan utama dan bahan aditif kecuali *filler, accelerator*, dan sulfur. Pencampuran tahap dua merupakan pencampuran akhir dengan menambahkan *filler, accelerator*, dan sulfur sampai menjadi lembaran kompon.

F. Vulkanisasi

Proses pemasakan (vulkanisasi) merupakan suatu proses reaksi polimerisasi antara molekul karet (isoprena) dengan belerang (sulfur) dan membentuk ikatan panjang yang stabil. Proses ini dilakukan dengan suhu tertentu agar terbentuk radikal bebas belerang aktif yang akan mengenai monomer isoprena sehingga terjadi proses *cross linking*. Karet setelah divulkanisasi mutunya menjadi lebih baik yaitu *tensile strength*-nya menjadi besar. Variabel-variabel yang mempengaruhi vulkanisasi adalah banyaknya belerang, temperatur curing dan lamanya (waktu) curing (Penny, 1991).

Vulkanisasi adalah tahapan proses yang paling penting dalam pembuatan kompon karet, dimana terjadi reaksi *crosslinking* antara molekul karet dengan

bahan pemvulkanisasi belerang. Vulkanisasi sangat dipengaruhi oleh waktu dan suhu, apabila waktu maupun suhu yang dipilih tidak sesuai dengan kondisi optimal, maka kualitas kompon karet yang dihasilkan menjadi kurang baik (Pireno, 2013). Jenis vulkanisasi terbagi menjadi 3, Sistem konvensional yaitu menggunakan belerang yang lebih banyak dari bahan pencepat, yang kedua sistem efisien (Efficient Vulcanization, EV) yaitu menggunakan bahan pencepat yang lebih banyak dari belerang, yang ketiga semiEV yaitu menggunakan belerang yang sama atau seimbang beratnya dengan bahan pencepat (Riyanto, 2018).

G. Pengujian

Pengujian adalah aspek pengendalian kualitas yang dilakukan dua tahap pengujian secara luas yaitu karet yang tidak tervulkanisasi dan telah tervulkanisasi. Pada pengujian karet yang tidak tervulkanisasi dilakukan pengujian untuk mencari nilai plastisitas, waktu karakteristik pematangan, dan indeks ketahanan plastis (PRI). Untuk pengujian karet yang telah tervulkanisasi, jenis pengujiannya diantaranya kekerasan, kuat tarik, kuat sobek, ketahanan sifat, dan sebagainya (Chandrasekaran, 2007).

Pengujian bertujuan untuk menentukan kekuatan, standar, atau nilai suatu produk karet. Pengujian dilakukan berdasarkan ketentuan Perusahaan dan permintaan pasar, dan standar pengujian yang berlaku. Umumnya standar pengujian yang digunakan adalah International Standar Organization (ISO), dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian kekerasan berdasarkan SNI 0778-2009, dan pengujian kuat tarik dan perpanjangan putus *outsole* sandal gunung berdasarkan SNI 778-2017.

1. Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus

Pengujian kuat tarik (*tensile strength test*) adalah pengujian mekanik secara statis dengan cara sampel ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya dimana gaya tarik yang diberikan sebesar P (Newton). Tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat mekanik tarik (kekuatan tarik) dari komposit yang diuji. Perpanjangan putus adalah penambahan panjang suatu potongan uji bila diregangkan sampai putus, dinyatakan dengan % dari panjang potongan uji sebelum diregangkan. Perpanjangan putus pada vulkanisat karet di pengaruhi oleh ikatan silang (Hasan, 2019). Pengujian kuat tarik komposit karet memiliki dua bentuk spesimen yaitu bentuk *dumbbell* dan *straight*. *Dumbbell* bentuk yang paling sering digunakan, sedangkan bentuk *straight* digunakan pada saat bentuk *dumbbell* tidak bisa dibentuk atau dibuat. Pembuatan bentuk *dumbbell* menggunakan alat pembentuk yang disebut *cutting dumbbell*. *Dumbbell* dibentuk dari lembaran-lembaran kompon atau komposit karet alam dan bentuk menjadi tiga dalam satu variasi pengujian.

2. Kekerasan

Pengujian kekerasan adalah daya tahan bahan terhadap goresan atau penetrasi pada permukaanya. Definisi yang lain adalah ukuran ketahanan bahan terhadap deformasi plastis. Tiga jenis umum mengenai ukuran kekerasan yang tergantung cara pengujian, yaitu kekerasan goresan (*scrath hardness*), kekerasan lekukan (*indentation 17 hardness*), dan kekerasan pantulan (*rebound hardness*) atau kekerasan dinamik (*dynamic hardness*) (Suharto & Sedyono, 2021).

3. Abrasi

Pengujian abrasi pada karet adalah proses untuk mengukur ketahanan dan kekuatan karet terhadap gesekan dan keausan yang disebabkan oleh gesekan dengan permukaan lain, dalam konteks *outsole* sandal gunung adalah gesekan terhadap jalanan. Pengujian indeks abrasi bertujuan untuk mengetahui ketahanan kikis dari vulkanisat karet yang digesekkan pada ampelas kikis. Vulkanisat yang memiliki ketahanan abrasi tinggi diikuti dengan nilai indeks abrasi yang tinggi juga. Sebaliknya jika indeks abrasi rendah maka produk akan mudah aus (Saputra et al., 2023). Pengujian indeks abrasi mengacu ISO 4649:2010; nilai indeks abrasi diperoleh dari persamaan berikut:

$$I_{AR} = \frac{\Delta M_r \times \rho_t}{\Delta M_t \times \rho_r} \times 100$$

Keterangan:

ΔM_r = selisih massa karet referensi (standar) sebelum dan setelah dilakukan abrasi dalam satuan gram.

ΔM_t = selisih massa karet tes (sampel *outsole*) sebelum dan setelah dilakukan abrasi dalam satuan gram.

ρ_r = densitas karet referensi (standar) dalam satuan g/ml. ρ_r adalah densitas karet tes (sampel *outsole*) dalam satuan g/ml

BAB III MATERI DAN METODE

A. Lokasi dan Jadwal


Lokasi pengambilan data dilakukan di CV XYZ pada divisi produksi yang beralamatkan di Kota Mojokerto, Jawa Timur. Pengambilan data dilakukan selama pelaksanaan magang selama 6 bulan pada bulan Januari-Juni 2023 dan pengujian sampel dilaksanakan di Workshop Karet dan Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik ATK Yogyakarta.




B. Materi Pelaksanaan Tugas Akhir

Ada beberapa macam alat yang digunakan dalam pembuatan *Outsole* Sandal Gunung yaitu Mesin Pemotong Karet, Kneader, Mesin *Roller* dan *Chiller*, *Cutter*, timbangan, UTM, Durometer dan *Abrasion Testing Machine*, Rheometer. Fungsi dan gambar alat yang dipakai disajikan dalam Tabel 1.

1. Alat

Tabel 1. Alat *Outsole* Sandal Gunung CV. XYZ

No.	Nama Alat	Gambar	Fungsi
1.	Mesin Pemotong Karet		Memotong bahan karet agar lebih mudah diproses dalam kneader

2.	Kneader		Mencampurkan semua bahan
3.	Mesin Roller dan Chiller		Mendinginkan kompon hasil dari kneader
4.	Thermogun		Mengukur suhu pada cetakan
5.	Alat Timbangan		Menimbang bahan aditif
6.	UTM (<i>Universal Testing Machine</i>)		Menguji kuat tarik dan perpanjangan putus kompon
7.	Durometer Shore A		Menguji kekerasan kompon




8.	<i>Abrasion Testing Machine</i>		Menguji abrasi kompon
9.	<i>Outsole Press Molding</i>		Mencetak kompon
10.	Rheometer		Menguji Rheologi kompon

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam percobaan seperti yang tertulis dalam Tabel 2.

Tabel 2. Bahan *Outsole* Sandal Gunung CV. XYZ

No	Nama Bahan	Gambar	Keterangan
1.	Kompon Mati		Bahan Utama
2.	Limbah <i>Phylon</i>		Bahan Utama

3.	Karet Reklim		Bahan Utama
4.	Karet Reklim Sarung Tangan		Bahan Utama
5.	<i>Brown Crepe</i>		Bahan Utama
6.	Serbuk ban dan serbuk <i>outsole</i>		Bahan Pengisi
7.	<i>Calcium Carbonate</i> (CaCO_3)		Bahan Pengisi
8.	<i>Kaolin</i> ($\text{Al}_2\text{H}_4\text{O}_5\text{Si}_2$)		Bahan Pengisi
9.	Minarek H		Bahan Pemlastis
10.	<i>Zinc Oxide</i> (ZnO)		Bahan Penggiat
11.	Asam Stearat (<i>Stearat Acid</i>)		Bahan Penggiat
12.	<i>Homogenizing Agent</i> (WHP)		Bahan Pendispersi
13.	<i>Mecraptobenzothiazole</i> (MBT)		Pencepat
14.	<i>Tetramethyl thiuram disulfide</i> (TMTD)		Pencepat
15.	<i>Cyclohexylbenzothiazylsulfenamide</i> (CBS)		Pencepat
16.	Sulfur		Pemvulkanisasi

3. Formulasi Outsole Sandal Gunung

Formulasi kompon yang digunakan dalam percobaan Tugas Akhir ini disusun dengan perbedaan pada bahan utama *brown crepe* dan limbah *phylon* yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Formulasi *Outsole* Sandal Gunung

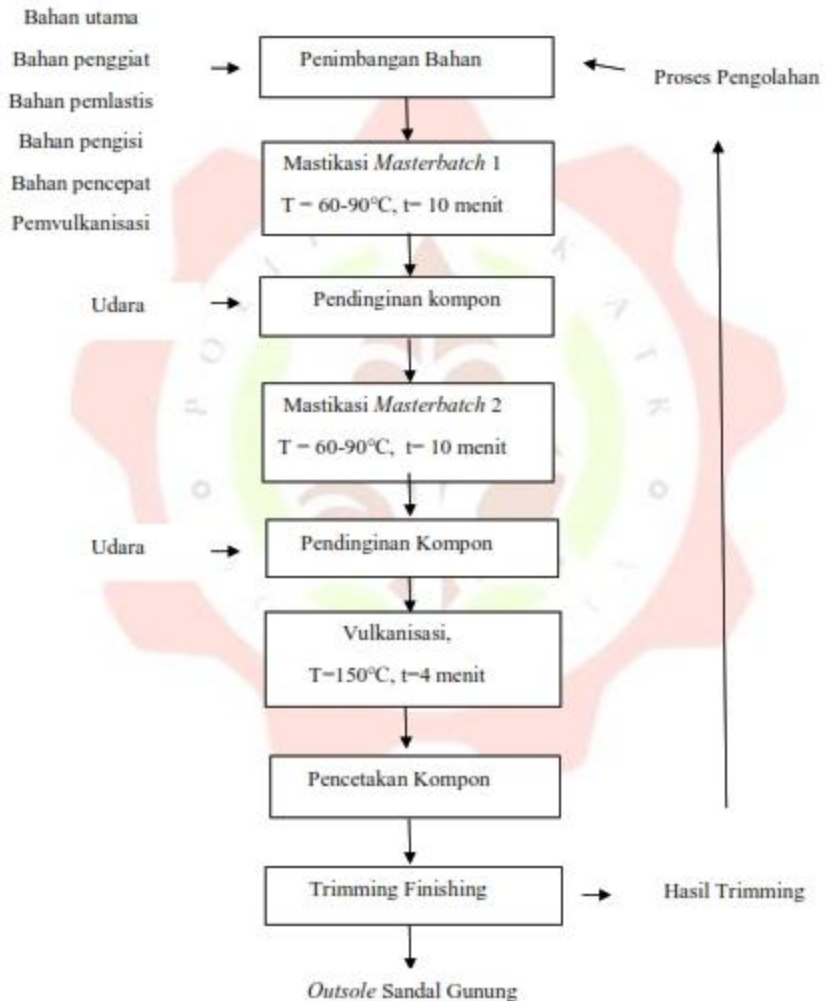
Bahan	Phr Kompon 1	Phr Kompon 2	Phr Kompon 3
Kompon mati	38,00	38,00	38,00
Limbah <i>phylon</i>	24,00	21,00	27,00
<i>Brown crepe</i>	5,00	8,00	2,00
Reklim	20,00	20,00	20,00
Reklim limbah sarung tangan	13,00	13,00	13,00
Total Kompon	100	100	100
Serbuk ban	28,00	28,00	28,00
Serbuk sol	40,00	40,00	40,00
Kalsium Karbonat	37,50	37,50	37,50
Kaolin	21,50	21,50	21,50
<i>Minarex oil</i>	17,50	17,50	17,50
Zink Oksida	0,70	0,70	0,70
Asam Stearat	1,00	1,00	1,00
H40MSF	0,26	0,26	0,26
<i>Tetramethyl Thiuram Disulfide (TMTD)</i>	0,30	0,30	0,30
<i>N-Cyclohexyl-2-Benzothiazole Sulfenamide (CBS)</i>	0,45	0,45	0,45
<i>2-merkaptobenzotiazol (MBT)</i>	0,26	0,26	0,26
Sulfur	1,12	1,12	1,12
Total Kompon			

Limbah *phylon* divariasikan dengan bahan utama karet alam *brown crepe* karena satu-satunya karet alam yang dipakai dan harganya lebih mahal dari bahan utama terutama bahan limbah lainnya. Formulasi kompon 1 dengan limbah *phylon* phr 24 merupakan formulasi acuan yang saat ini digunakan dalam CV. XYZ.

C. Diagram Alir Produksi

Prosedur Kerja pada percobaan Tugas Akhir ini disajikan seperti pada

Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Kerja Pembuatan *Outsole* Sandal Gunung

Gambar 1. Prosedur Kerja Pembuatan Outsole Sandal Gunung

1. Penimbangan bahan

Proses pertama dari pembuatan *outsole* sandal gunung diawali dengan menyiapkan bahan baku utama dan bahan-bahan kimia berdasarkan formulasi yang sudah ditentukan sesuai dengan ketersediaan stok dan permintaan konsumen. Bahan baku yang digunakan kebanyakan adalah karet limbah yaitu kompon mati yang berasal dari produk *reject* yang digiling kembali menjadi kompon, limbah *phylon*, karet reklim dan reklim sol, dan karet alam yaitu karet *brown crepe*, untuk *plasticizer* menggunakan *minarek oil*, bahan pengisi dan bahan aditif menggunakan serbuk ban dan serbuk *outsole*, kalsium, kaolin, ZnO, Asam Stearat, WHP, TMTD, CBS, MBT dan sulfur.

2. Masterbatch

Setelah itu proses pencampuran bahan karet dan bahan aditif menjadi kompon karet yang akan diproduksi menjadi *outsole* sandal gunung. Proses pencampuran dilakukan 2 kali dengan kneader yang berbeda pada CV. XYZ. Setelah semua bahan ditimbang sesuai formulasi lalu proses *Masterbatch 1* dengan memasukkan ke dalam kneader pertama untuk proses pencampuran pertama tanpa *filler*, *accelerator*, dan sulfur. Hal ini dilakukan supaya kompon tidak matang di dalam kneader, pencampuran dilakukan sampai merata selama 7-10menit. Setelah kompon sudah tercampur berupa bongkahan, kompon diproses dalam two roll mill modifikasi agar menjadi lembaran kompon dan didinginkan melalui mesin *roller* dan *chiller* modifikasi. Setelah itu kompon dimasukkan lagi ke kneader yang berbeda

untuk Mastikasi *Masterbatch 2* dengan ditambahkan *filler*, *minarex oil*, *accelerator*, dan sulfur dalam waktu 7-10menit agar kompon karet menjadi matang dan hasil dari pencampuran yaitu bongkahan kompon dimasukkan ke *two roll mill* agar menjadi lembaran kompon.

3. Proses Pendinginan

Proses pendinginan kompon dilakukan dengan menaruh kompon di lantai dan dikipasi sampai cukup dingin untuk menuju proses selanjutnya yaitu proses vulkanisasi

4. Proses Vulkanisasi

Pada proses vulkanisasi dilakukan dengan mesin *press molding* selama 3-4 menit dengan suhu kruang lebih 150°C yang diukur menggunakan thermogun. Proses vulkanisasi cenderung sangat cepat dikarenakan bahan yang digunakan yaitu limbah yang sudah terdapat bahan aditif di dalamnya sehingga apabila terlalu lama mengakibatkan produk cacat dan akan lengket pada cetakan

5. Proses Pencetakan

Lembaran kompon yang sudah sudah siap untuk proses pencetakan tersebut dipotong sesuai ukuran matras/cetakan produk yang akan dicetak yaitu *outsole* sandal gunung menggunakan *cutter* atau mesin pemotong. Kemudian kompon dimasukkan ke dalam cetakan dan dimasukkan ke mesin cetak/ *press*.

6. Proses Finishing

Setelah dilakukan pencetakan, produk langsung dikeluarkan dari cetakan dan didinginkan sekitar 10 menit. Lalu dilakukan finishing atau proses tahap akhir dengan dilakukan pemotongan atau trimming, sisa hasil

trimming dan produk yang *reject* dipisahkan untuk diolah kembali. Terakhir pengemasan produk sebelum dikirimkan kepada konsumen.

D. Metode Penyelesaian Tugas Akhir

1. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan secara pengamatan pendataan langsung terhadap objek yang diamati.

2. Studi Literatur

Pengumpulan data referensi dari beberapa percobaan sebelumnya yang digunakan dalam mengolah data yang diperoleh.

3. Wawancara

Pengumpulan data yang dilakukan sesi tanya jawab secara langsung untuk mendapatkan informasi atau data dari narasumber (Direktur, Penanggung Jawab Produksi, dan CEO CV. XYZ) guna membantu dalam penyusunan Tugas Akhir.

4. Formulasi

Formulasi yang disusun berdasarkan apa yang digunakan pada CV. XYZ, percobaan Tugas Akhir ini hanya mengubah bahan utama yaitu variasi *phr* limbah *phylon* dengan karet alam *brown crepe*.

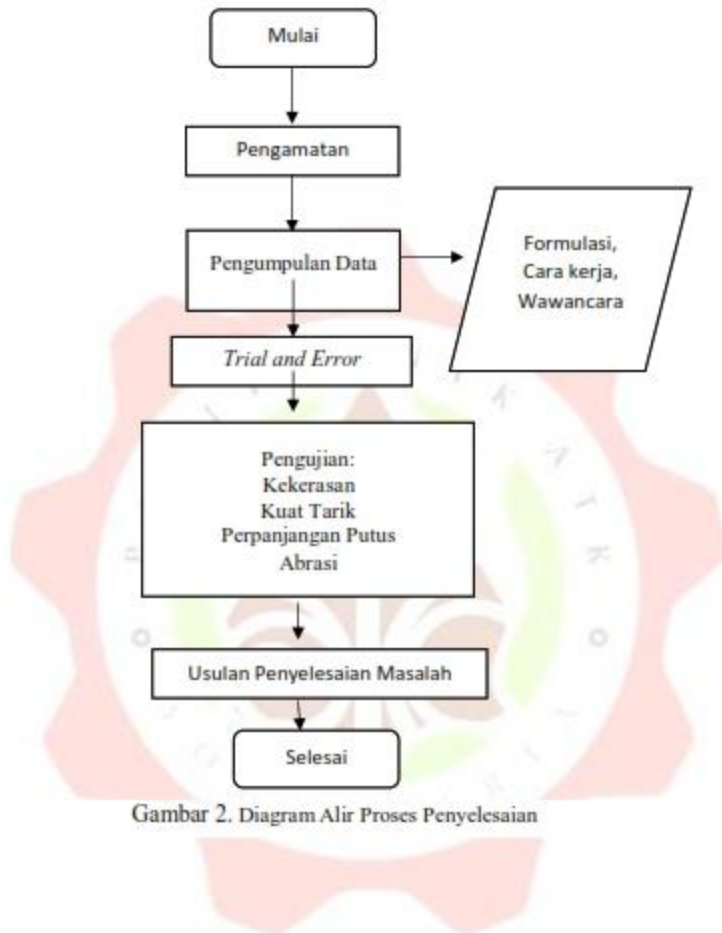
5. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dari produk. Pengujian fisik ini memiliki beberapa kategori yaitu uji kekerasan untuk mengetahui kekerasan produk menggunakan alat Durometer Shore A Tester. Alat ini memiliki cara kerja yaitu dengan menekan alat kedalam sampel uji, kemudian angka akan muncul pada alat tersebut yang menunjukkan kekerasan sampel uji

Uji kuat Tarik dan perpanjangan putus dilakukan dengan menggunakan alat (*Universal Testing Machine*) UTM. Pada pengujian kuat tarik dan perpanjangan putus sampel uji berbentuk *dumbbell* dengan ukuran yang sudah ditentukan dengan SNI 778:2017. Kemudian *dumbbell* tersebut dipasangkan disisi atas dan bawah pada alat penjapit mesin (*Universal Testing Machine*) UTM. Cara kerja dari mesin ini yaitu dengan menggunakan gaya tarik dari satu arah secara kontinyu sampai specimen uji terputus.

Pengujian abrasi dilakukan dengan menggunakan alat Abrasion Tester. Pada pengujian abrasi sampel dibor menggunakan alat pemotong berbentuk tabung supaya pas pada alat abrasinya. Tinggi dan berat sampel dicatat sebelum dan sesudah dilakukan pengujian agar bisa dihitung sebagai data perhitungan abrasi.

Penyelesaian tugas akhir disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Penyelesaian